

===== WPI =====

- TI - Light emitting device for backlight of LCD used in portable electronic device such as notebook PC, electronic notebook, portable telephone - has color transducer material consisting of organic fluorescent dye and inorganic fluorescent pigment, which absorbs part of emitted light and emits light of longer wavelength
- AB - J10154830 The device includes a light emitting diode (102), having a light emission layer formed using nitride group semiconductor compound. A light guide plate (104) is arranged near the light emitting diode. A colour transducer material (101) consisting of organic fluorescent dye and inorganic fluorescent pigment is arranged on the light guide plate. The colour transducer material absorbs a part of light emitted from the diode and emits light of longer wavelength.
- USE - For light emitting type operational switch
  - ADVANTAGE - Prevents colour offset, irregular brightness due to high intensity of light emitted. Improves luminous efficiency. Enables usage of big screen for display of various information.
  - (Dwg.1/3)
- PN - JP10154830 A 19980609 DW199833 H01L33/00 010pp
- PR - JP19960255632 19960927
- PA - (NICH-N) NICHIA KAGAKU KOGYO KK
- MC - U12-A01A1A U14-K01A1C U14-K01A4C W05-E05B
- DC - P81 Q71 U12 U14 W05
- IC - F21V8/00 ;G02F1/133 ;G02F1/1335 ;H01L33/00
- AN - 1998-383295 [33]

===== PAJ =====

- TI - LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a light emitting device having a light emitting component with which a white color light can be emitted uniformly on a large area without having deterioration, color deviation and irregular brightness, by a method wherein a color converting member is used as an organic fluorescent dyestaff and inorganic fluorescent dyestaff.
- SOLUTION: A color converting member 101 is the member containing a photoluminescence fluorescent substance with which the light emitted from an LED chip 102, which is a light emitting element, is absorbed and it is converted into different light emitting wavelengths. Various inorganic and organic pigments and dyestaffs, which are excited by the light emitting element 102, can be utilized as the photoluminescence fluorescent substance. As an organic fluorescent pigment, a perylene scarlet pigment, and a rhodamine fluorescent dyestaff, etc., are considered suitable. Also, as an inorganic fluorescent pigment, a yttrium/aluminum oxide which is activated by cerium, (ZnCd)S:Cu, Al, etc., can be enumerated. As a result, a white light, having very small lowering of light emitting efficiency, can be emitted.
- PN - JP10154830 A 19980609
- PD - 1998-06-09
- ABD - 19980930
- ABV - 199811
- AP - JP19970073297 19970326
- PA - NICHIA CHEM IND LTD
- IN - MORIGUCHI TOSHIO
- I - H01L33/00 ;F21V8/00 ;G02F1/133 ;G02F1/1335

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-154830

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	C
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00	6 0 1 D
G 0 2 F 1/133	5 3 5	G 0 2 F 1/133	5 3 5
1/1335	5 3 0	1/1335	5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-73297

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月26日

(31) 優先権主張番号 特願平8-255632

(32) 優先日 平8(1996) 9月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 森口 敏生

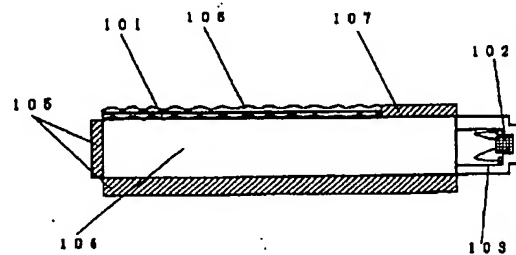
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 発光装置及びそれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、バックライト、照光式操作スイッチや照明などに使用される発光装置に係り、特に、色むら、色ずれ及び輝度むらが極めて少なく発光可能な高輝度発光装置及びこれを用いた表示装置に関する。

【解決手段】本発明は、発光層が少なくとも窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する色変換部材と、を有する発光装置やこれを用いた表示装置において、色変換部材が、有機蛍光染料及び無機蛍光顔料を有するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】発光層が少なくとも窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する色変換部材と、を有する発光装置において、前記色変換部材は、有機蛍光染料及び無機蛍光顔料であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】前記発光素子と光学的に接続された導光板上に配置された色変換部材によって面状に発光可能、或いは前記色変換部材を介して発光素子と導光板とが光学的に接続されることによって面状に発光可能な請求項1記載の発光装置。

【請求項3】前記有機蛍光染料及び無機蛍光顔料は、バインダー中に混合されている請求項1記載の発光装置。

【請求項4】前記色変換部材は、前記発光素子から発光される第1の主発光波長よりも長い第2の主発光波長を発光する有機蛍光染料と、前記第2の主発光波長よりも長い第3の主発光波長を発光する無機蛍光顔料と、を有する請求項1記載の発光装置。

【請求項5】前記有機蛍光染料が、ベリレン系誘導体染料である請求項1記載の発光装置。

【請求項6】前記無機蛍光顔料が、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である請求項1の発光装置。

【請求項7】前記発光素子が、400～490nm内の主発光ピークを有する半導体であって、前記有機蛍光染料の主発光ピークが495nm～590nm内にあり、前記無機蛍光体の主発光ピークが550nm～640nm内にある請求項1記載の発光装置。

【請求項8】発光層が少なくとも窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する有機蛍光染料及び無機蛍光顔料を有する蛍光物質とからなる発光装置と、該発光装置と光学的に接続された液晶装置と、を有することを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は、液晶ディスプレイなどのフルカラー用バックライト、照光式操作スイッチや照明などに使用される発光装置に係り、特に発光素子の発光と、その光を受け励起されたフォトルミネセンス蛍光物質からの光と、の混色により色むら、色ずれ及び輝度むらが極めて少なく発光可能な高輝度発光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】今日、ノート型パソコン、電子手帳、携帯電話等の携帯電子機器が急速に普及している。これに伴って携帯電子機器などを暗所においても使用できるよう自発光型表示部に対する社会の要求がますます高まりを見せている。LCD (Liquid Crystal Display) を利用

した表示装置においては、透過光を利用するためより高輝度な照明が必要になる。このような自発光型表示部が発光可能な光源の一つとして発光素子からの光を導光板を介して照射させる面状発光光源などが挙げられる。白色発光可能な発光装置としては、RGB (赤色、緑色、青色) 成分をそれぞれ有する光の加法混色により白色化する方法やカラーフィルターなどにより不要波長をカットして白色化 (減法混色) する方法などが考えられる。

【0003】例えば、加法混色による白色化については、RGB成分が発光可能なLEDチップをそれぞれ近接して導光板端面に配置しそれぞれ発光及び混色させることにより面状発光装置として白色発光させることができる。このような面状発光装置は、それぞれのLEDチップの発光波長や発光輝度を調整することにより所望の色や輝度が表示可能なフルカラー面状発光装置とすることができる。

【0004】しかしながら、実装スペースが少ない発光装置などの場合においては、RGBの発光色を調節し、バランス良くミックスさせ全エリアにおいて均等に白色化させることが難しい。また、発光ダイオードを3種類以上用いなければならず駆動用の配線回路などが必要となる。さらに、異なる半導体特性を有するLEDチップを用いた場合においては、その半導体特性などによって電源電圧など種々に調節させなければならない。

【0005】他方、減法混色による白色化については、発光ダイオードが優れた発光ピークを持ち白色系をつくる分光成分が少ないため、1種類の発光ダイオードを持ち白色化させることが極めて難しい。したがって、仮に1種類の発光ダイオードで白色化させたとしても発光輝度が大きく低下した発光装置とならざるを得ない。

【0006】そこで、本出願人は先に高輝度発光ダイオードと、蛍光物質を含有させた色変換シートと、を用いたものとして特開平7-176794号公報、特開平8-7614号公報などの面状光源を開発した。これらの面状光源によって、高輝度に安定性良く1種類のLEDチップを用いて白色系面状光源とさせることができる。

【0007】具体的には、透明な導光板端面の少なくとも一カ所に青色発光ダイオードが光学的に接続されており、さらに導光板の主面のいずれか一方などに発光ダイオードの発光により励起されて光を発する蛍光物質が具備されている。この発光ダイオードの発光色と、蛍光物質の発光色と、の混色により十分な輝度を有する白色系が発光可能な面状光源とさせることができるものである。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、発光装置をさらに大面積且つ高輝度に発光させようとすると発光素子からの発光輝度が必然的に大きくなる。発光輝度が過度に大きくなり過ぎると蛍光物質によっては、蛍光物質が劣化し時間と共に色ずれが生ずる場合があるとい

う問題を有する。さらに、発光表示面を大型化するに伴って、大面積な色変換部材を透過した白色光をより均一化させなければならない。しかし、蛍光物質によっては色変換部材を大面積化させるに従ってより均一に分散させ白色系発光させることが難しくなる。そのため、形成された面状発光装置に色むら、色ずれや輝度むらが生ずる場合があるという問題を有する。従って、本願発明は上述の問題を解決しより発光輝度を高くした場合においても劣化、色ずれや輝度むらなどが極めて少なく、大面積且つ均一に白色系が発光可能な所望の発光成分を有する発光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願発明は、前述の目的を達成するために下記の構成を備える。本願発明の発光装置は、発光層が少なくとも窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する色変換部材と、を有する。この色変換部材が、有機蛍光染料及び無機蛍光顔料である。

【0010】本願発明の請求項2に記載の発光装置は、発光素子と光学的に接続された導光板上に配置された色変換部材によって面状に発光する、或いは前記色変換部材を介して発光素子と導光板とが光学的に接続されることによって面状に発光可能な発光装置である。

【0011】本願発明の請求項3に記載の発光装置は、前記有機蛍光染料及び無機蛍光顔料が、バインダー中に混合されている。

【0012】本願発明の請求項4に記載の発光装置は、色変換部材が発光素子から発光される第1の主発光波長よりも長い第2の主発光波長を発光する有機蛍光染料と、第2の主発光波長よりも長い第3の主発光波長を発光する無機蛍光顔料と、を有する。

【0013】本願発明の請求項5に記載の発光装置は、有機蛍光染料がペリレン系誘導体染料である。

【0014】本願発明の請求項6に記載の発光装置は、無機蛍光顔料がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質である。

【0015】本願発明の請求項7に記載の発光装置は、発光素子が400～490nm内の主発光ピークを有する半導体であって、有機蛍光染料の主発光ピークが495nm～590nm内にあり、無機蛍光体の主発光ピークが550nm～640nm内にある。

【0016】本願発明の請求項8に記載の表示装置は、発光層が少なくとも窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する有機蛍光染料及び無機蛍光顔料を有する蛍光物質とからなる発光装置と、発光装置と光学的に接続された液晶装置と、を有する表示装置である。

【0017】

【効果】本願発明は、有機蛍光染料に無機蛍光顔料を混合させることによって無機蛍光顔料の分散性が著しく向上させることができる。そのため、色変換部材から放出される光の色むら、輝度むら及び色ずれを改善させた発光装置とすることができる。また、発光輝度を高くした場合においても劣化、色ずれや輝度むらなどが極めて少なく、大面積且つ均一に白色系が発光可能なRGB成分を有する面状発光装置や表示装置とすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】本願発明者は種々の実験の結果、特定のLEDチップからの光の少なくとも一部をフォトルミネセンス蛍光物質によって色変換させる発光装置において、色むら、輝度むら及び色ずれを有機蛍光染料及び無機蛍光顔料を使用することによって著しく改善できることを見だし本願発明を成すに到った。

【0019】即ち、有機蛍光染料に無機蛍光顔料を混合させることによって無機蛍光顔料の分散性が著しく向上させることができる。そのため、色変換部材から放出される光の色むら、輝度むら及び色ずれを改善させることができる。特に、色変換部材をシート状に形成させる場合、無機蛍光顔料のみでは分散性が悪く面状に均一に色変換させることが難しい。また、有機蛍光染料のみでは、分散性が良すぎるために色変換部材がフラットになりすぎる。そのため面状に発光可能な発光装置を構成させると、色変換部材と導光板との密着面に部分的に空気が残り密着間隔が不均一になる。このような不均一な部分があるとニュートンリングなどが見られることとなる。さらに、発光装置形成時に生ずる糊など30から50μm程度のゴミが導光板表面に付着した場合でも、色変換部材の表面がフラットになりすぎているが故にゴミを透過して5倍から10倍の白点となって見える場合もある。したがって、有機蛍光染料のみや無機蛍光顔料のみではなく、有機蛍光染料に無機蛍光顔料を加えることによって色むら、輝度むら及び色ずれがない均一発光可能な発光装置とすることができる。

【0020】また、有機蛍光物質は、比較的高効率で分散性がよく色変換部材を形成させることができるという特性を有する。しかしながら、高輝度の発光素子により高出力で励起させ続けると、発光波長がより長波長側の蛍光物質において劣化が生ずる傾向がある。より長波長側を発光するフォトルミネセンス蛍光物質の劣化現象の原因は定かではないが、より長波長側の蛍光物質はLEDチップからの高エネルギー光のみならず共に近接して分散させてある短波長側光を発光する蛍光物質からの散乱光を受けることによる相乗効果により劣化が推進されることが考えられる。

【0021】他方、蛍光物質を無機蛍光体を用いて構成させた場合には、発光ダイオードからの発光エネルギーを向上させたとしても十分な耐光特性を有する。しかしながら、無機系蛍光体は耐光性などはよいものの色変換

部材における分散性が比較的低く、均一に分散させることが難しい。

【0022】本願発明は劣化が激しい、より長波長側のフォトルミネセンス蛍光物質を無機蛍光体とさせることにより耐光性を向上させると共に無機蛍光体の分散性をより短波長側の有機蛍光染料によって補うことにより、フォトルミネセンス蛍光物質の劣化防止や色変換部材中の分散性が飛躍的に向上し発光均一性、耐光性及び発光効率の向上がはかれる。また、青色系を発光するLEDからの光と、有機蛍光染料のみによるRGB（赤色系、緑色系、青色系）発光させる発光装置に比べて無機蛍光顔料を利用させた発光装置はどうしても変換効率が少なくなる。しかしながら、視感度の高い緑色系を変換効率の高い有機蛍光染料を用いることによって見かけ上の低下を抑制させた発光装置とすることができる。また、視感度の高い緑色系を有機蛍光染料を用い赤色系を無機蛍光顔料を用いることによって所望の白色発光に調節させやすい。

【0023】具体的には、図1の如く絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属支持体内にLEDチップを固定させ、LEDチップと導電性パターンとの電気的導通をワイヤーボンディングによって取ったものをアクリル性導光板の端面に糊となるエポキシ樹脂を用いて光学的に接続させる。導光板の一方の主面及びその他の端面にはチタン酸バリウムなどの拡散剤が配合された反射部材で密着して覆ってある。反射部材の設けられていない他方の導光板主面には、LEDチップからの光の少なくとも一部を波長変換させる色変換部材を設けてある。色変換部材は、透光性の高いポリエステルフィルムに $\text{SiO}_2$ などの透光性無機微粒子をコーティングしたものをベースとして用いてある。無機微粒子がコーティングされていない主面には、有機蛍光染料であるベリレン誘導体と無機蛍光顔料である $(\text{Y}_{0.2}\text{Gd}_{0.8})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ とを十分混合させたアクリル系バインダーを用いてローラコーターにより塗布硬化させてある。このように形成させた発光装置のLEDチップを点灯させると色変換部材側から均一にRGB成分を有する面状白色系光を放出させることができる。以下本願の構成部材について詳述する。

【0024】（色変換部材101、201）本願発明に用いられる色変換部材101とは、発光素子であるLEDチップ102からの光を吸収して異なる発光波長に変換して放出するフォトルミネセンス蛍光物質を含む部材をいう。したがって、層状、ドット状やライン状のものなど種々の形状のものが挙げられる。また、発光装置のモールド部材と兼用させることもできる。導光板へ入射される発光素子の光を色むらなく色変換させるためにはフォトルミネセンス蛍光物質が色変換部材中に均一に分散させる必要がある。このような分散均一性は、有機蛍光染料と無機蛍光体とを混合させることによって達成す

ることができる。フォトルミネセンス蛍光物質の分散性を向上させることによって発光色の均一性をも向上させることができる。また、発光素子の発光層を窒化物系化合物半導体により形成することで可視光のうち比較的高いエネルギーの青色系の光を発光させることができる。蛍光物質は受けた光よりもより長波長側の光を放出させる方が効率がよい。そのため、より長波長側で発光するフォトルミネセンス蛍光物質の変換効率を極めて効率よく行うことができる。さらにより長波長側を発光する蛍光物質に無機蛍光体を用いてあるため十分な耐候性を有する。

【0025】窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップ102から発光した光と、フォトルミネセンス蛍光物質及びバインダーである樹脂などとの比率や無機蛍光体と有機蛍光染料の混合量、塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより色温度の高い白色を含め電球色など任意の色調を所望に選択させることができる。また、無機蛍光体及び有機蛍光染料を混合させるベースには各種樹脂や硝子などの無機物質が挙げられる。具体的には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透光性樹脂や、酸化珪素、アルミナなどの透光性無機部材が好適に用いられる。また、色変換部材には、発光素子からの不要な波長光をカットさせる目的で着色染料及び／又は顔料を含有させても良いし、紫外線吸収剤を含有させても良い。さらに、分散剤や拡散剤を含有させることも可能である。

【0026】色変換部材101を、導光板104の主面上などに配置するには、ベースとなるフィルム状部材や導光板などの一方の面に一面或いはドット状などに形成させて用いることができる。フィルム状部材は一方にのみ色変換部材を形成させると色変換部材の硬化工程で生ずる熱応力などにより、そりが発生する傾向がある。したがって、フィルム状部材の両端面に色変換部材101を形成させるか色変換部材101を形成させない他方の面は光を拡散させる拡散剤を含有させた拡散層106を同様に形成させ応力を緩和させても良い。具体的拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素などが好適に挙げられる。

【0027】（フォトルミネセンス蛍光物質）本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光物質としては、少なくとも半導体発光層から発光された光で励起されてより発光するフォトルミネセンス蛍光物質をいう。発光素子によって励起される蛍光物質は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。また、蛍光物質は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、或いは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0028】しかしながら、波長の長いものから短い波

長へと交換する場合、交換効率が極めて悪く実用に向かない。したがって、本願発明の色変換部材に用いられるフォトルミネセンス蛍光物質としては、発光素子によって励起される種々の無機、有機の顔料や染料などのフォトルミネセンス蛍光物質を利用することができるが、

1. 発光素子との混色を利用するため青色系など可視光で効率よく発光すること。2. 有機蛍光染料及び無機蛍光体がそれぞれ所望の発光波長を有する発光が可能なこと。特に有機蛍光染料が緑色系であって、無機蛍光体が赤色系が好適に発光可能なこと。3. 発光装置の利用環境に応じて耐候性があること4. フォトルミネセンス蛍光物質として樹脂中に均一分散できるなどの特徴を有することが好ましい。

【0029】これらの条件を満たす有機蛍光染料として具体的には、ベリレン誘導体染料や、ローダミン系蛍光染料などが好ましい。また、無機蛍光顔料としては、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム系酸化物や $(ZnCd)S:Cu$ 、 $Al$ などが挙げられる。

【0030】フォトルミネセンス蛍光物質である無機蛍光顔料にセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム系酸化物として $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ （ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $Re$ は、 $Y$ 、 $Gd$ 、 $La$ から選択される少なくとも一種である。）を用いた場合、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが430nm付近などにさせることができる。また、主発光ピークも組成によって510nmから600nm付近に任意に移動させることができる。組成の $Al$ の一部を $Ga$ で置換することで発光波長が短波長側にシフトし、また組成の $Y$ の一部を $Gd$ で置換することで、発光波長が長波長側へシフトする。このように組成を変化させることで発光色を連続的に調節することが可能である。

【0031】このようなフォトルミネセンス無機蛍光顔料は、 $Y$ 、 $Gd$ 、 $Ce$ 、 $Sm$ 、 $Al$ 、 $La$ 及び $Ga$ の原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、 $Y$ 、 $Gd$ 、 $Ce$ 、 $La$ 、 $Sm$ の希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を酢酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0032】また、有機蛍光染料も種々の製法によって形成させることができる。有機蛍光染料としてローダミンBの場合は、 $N$ 、 $N$ -ジエチル- $m$ -アミノフェノール2分子と無水フタル酸1分子とを、塩化亜鉛で縮合させて合成させることができる。

【0033】本願発明の発光装置においてこのようなフォトルミネセンス蛍光物質は、2種類以上用いることができる。例えば、組成が異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系無機蛍光体と、有機染料と、を混合させてより演色性の高い自然光に近くさせることもできる。

【0034】（発光素子102、210）本願発明に用いられる発光素子102は、色変換部材101に含有されたフォトルミネセンス蛍光物質を励起させると共に外部に発光させることのできる窒化物系化合物半導体が挙げられる。このような発光素子としては、MOCVD法等により基板上に $InGaN$ 、 $GaN$ 、 $InN$ 、 $AlN$ 、 $AlInGaN$ 等の窒化物系化合物半導体を発光層として形成させた物が用いられる。半導体の構造としては、 $MIS$ 接合、 $PIN$ 接合や $PN$ 接合を有したホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。また、量子効果を持たせるために発光層を極めて薄く形成させた単一量子井戸構造や井戸層と井戸層よりもバンドギャップの大きい障壁層とを交互に積層させた多重量子井戸構造とさせることもできる。半導体層の材料、構造やその混晶度によって発光波長を種々選択することができるが、フォトルミネセンス蛍光物質を効率よく励起させるためにフォトルミネセンス蛍光物質の発光波長よりも短い発光波長を発光することが好ましい。

【0035】半導体基板にはサファイヤ、スピネル、 $SiC$ 、 $Si$ 、 $ZnO$ 、 $GaN$ 等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を形成させるためにはサファイヤ基板を用いることがより好ましい。このサファイヤ基板上に $GaN$ 、 $AlN$ 等のバッファ層を形成しその上に $PN$ 接合などを有する窒化ガリウム系半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態で $N$ 型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望の $N$ 型窒化ガリウム系半導体を形成させる場合は、 $N$ 型ドーパントとして $Si$ 、 $Ge$ 、 $Se$ 、 $Te$ 、 $C$ 等を適宜導入することが好ましい。一方、 $P$ 型窒化ガリウム系半導体を形成させる場合は、 $P$ 型ドーパントである $Zn$ 、 $Mg$ 、 $Be$ 、 $Ca$ 、 $Sr$ 、 $Ba$ 等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、 $P$ 型ドーパントをドーブしただけでは $P$ 型化しにくいいため $P$ 型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることで $P$ 型化させることが好ましい。エッチングなどにより $P$ 型半導体及び $N$ 型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させることができる。

【0036】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド

ンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化物系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0037】本願発明の発光装置においてRGB発光成分を有する白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光物質との発光効率や色合い等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上490nm以下が好ましく、LEDチップとフォトルミネセンス蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、430nm以上475nm以下がより好ましい。

【0038】発光素子であるLEDチップの発光出力は、発光装置の面積や材料等にもよるが、本願発明においては $300\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上、更に好ましくは $500\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の高出力下においても色ずれなどの極めて少ない面状発光装置などとさせることができる。LEDチップは導光板の大きさや輝度などによって複数用いることができる。

【0039】なお、RGBの発光成分を有する白色発光可能な発光装置として利用するためには、発光素子が400～490nm内の主発光ピークを、有機蛍光染料の主発光ピークが495nm～590nm内であり、無機蛍光顔料の主発光ピークが550nm～640nm内であることが好ましい。本願発明の白色系発光装置の発光スペクトル例を図3に示す。430nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、550nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起された有機蛍光染料の発光である。また、590nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起された無機蛍光顔料の発光である。

【0040】発光素子は、発光ダイオード210として所望の形状のモールド部材をLEDチップ上に形成させたものを利用して形成させてもよいし、導光板端部に直接樹脂などで接着させても良い。また、支持体を用いて導光板と接続させることもできる。さらに、発光素子を利用した発光ダイオードとしてモールド部材やブリコート部材中に有機及び無機蛍光物質を含有させることもできる。

【0041】（支持体103、203）支持体103は、導光板104端面と隙間なく配すことができ発光素子の各LEDチップ102を嵌入しうる溝が形成されるものが好ましい。具体的な支持体103としては、ポリカーボネート、ポリエチレン、アクリル、ウレタン、塩化ビニル、ナイロン、ポリエチレンテレフタレート、セラミックスなどを用いることができる。また、支持体103上には、配線パターンとしてCu薄膜などを形成させ導通を取ることができる。銅パターン上にはAg、Niなどをメッキすることで反射率を向上させLEDチッ

プの利用効率を高めることもできる。また、LEDチップが搭載される支持体自体を反射率の高い金属を用いて形成することもできる。具体的には、アルミニウム、銅、鉄、銀やそれらの合金などである。金属表面は、反射率向上のために表面を鏡面状とさせることもできる。この場合の表面粗さは0.8S以下が好ましい。このような金属支持体上にLEDチップをエポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド樹脂、イミド樹脂などの熱硬化性樹脂や、Ag、カーボン、ITOが含有された導電性ペースト、金属バンプ等などで固定配置させることにより、LEDチップからの光を効率よく取り出すと共に、LEDチップからの放熱性を向上させることができる。さらに、金属支持体の場合は、形状を比較的自由に形成できる。また、LEDチップの強パルス駆動時におけるノイズのシールド効果を持たせることもできる。具体的には、アルミニウム板上に、絶縁性コートとしてエポキシ樹脂層を介してCuの導電性パターンを形成させたものが好適に用いられる。このような支持体は、LEDチップからの集光性向上のために鍋底やカップの底辺にLEDチップを搭載することもできる。

【0042】さらに、支持体203は導光板204の端面支持体に向かう光を効率よく反射して、導光板204に入射させるために白色に着色することも可能である。また、窒化ガリウム系化合物半導体など一個当たりの出力が高い高輝度高出力型発光素子ではLEDチップからの発熱量が多くなる。そのため高熱伝導部材を介して共通支持体上に複数の発光素子を配しても良い。さらにまた、熱伝導率が高いアルミニウム、銅、鉄、銀やそれらの合金基板上にエポキシ樹脂や酸化珪素膜などの絶縁体を介してLEDチップを並べることもできる。絶縁体上にはさらに銅薄膜などにより発光素子の配線パターンを形成させても良い。金属基板上に絶縁体を介してLEDチップを並べた場合は、放熱効果が大きく強パルス駆動が可能となる。基板自体を反射板として用いることもでき所望の形状に加工できる。具体的には、カップ型に基板を加工した後、カップ底部にLEDチップを配置することにより発光効率を向上させることができる。同様に鍋底タイプやコの字タイプ、さらには、放熱性を向上させる目的で逆コの字タイプなど種々の形状とさせることができる。熱伝導部材や金属基板としては熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{cal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。これらのLEDチップの電気的接続はLEDチップを固定させると共に、行っても良いし、固定後導電性ワイヤーなどによって行っても良い。

【0043】導電性ワイヤーとしては、LEDチップ102の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{cal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好まし



く、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}^2/\text{°C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0044】(導光板104、204) 導光板104としては、発光素子102、210からの光を効率よく導き面状に発光可能とするものである。導光板104は、透過率、耐熱性に優れ均一に形成できることが好ましい。また、導光板104の正面形状は所望に応じて長方形や多角形等種々の形状とすることができる。また、断面形状としては、平型、くさび形、船底型など種々の形状を用いることができる。具体的な構成材料としては、アクリル樹脂、硝子、ポリカーボネート樹脂等が挙げられる。導光板の厚みは、板厚が厚いほど光の利用効率が高くなるが発光素子の配置等から10mm以下が好ましい。導光板の端面には発光素子が埋設されることにより、導光板104と発光素子とを光学的に接続させてもよい。また、導光板が四角形であれば四方の端面全てに発光素子を接続してもよいことはいうまでもなく、発光素子であるLEDチップ102の個数も限定するものではない。

【0045】また、導光板104上に拡散膜106を設けることによって導光板からの光を均一にさせることができる。さらに、拡散膜中に白色顔料を含有させてもよい。なお、白色顔料を発光素子からの距離に反比例させて含有させ濃淡をつけた拡散膜を用いた場合、均一性がさらに向上した白色表示可能な面状発光装置とすることもできる。この拡散膜は、色変換部材と兼用させることもできる。

【0046】(反射部材105、205) 反射部材105は、導光板104下側と側面等に配置し導光板104内部を反射しながら進んできた光を無駄なく発光面方向に反射させる働きをする。従って、発光素子102からの光を導光板内に散乱させるものであればよい。反射部材105の形状や大きさは特定されず、導光板を保持するケース状部材と兼用することや導光板の面上に加工することもできる。また、面状発光装置を均一に発光させるためには反射部材をストライプ状とし、表面輝度が一定となるように、発光素子に接近するにつれて、単位面積あたりの反射部材の面積を減じるようなパターンとすることができる。さらに、発光素子の配置により、発光を面状均一とするように反射部材の形状を適宜変更することができる。

【0047】この様な反射部材として白色顔料が含有された発砲ポリエステル等をフィルム状に加工したものが

挙げられる。これら反射部材はシリコン樹脂やエポキシ樹脂等によって導光板に装着することができる。

【0048】(反射層107、207) また、発光素子102が設けられた導光板104端部には反射部材105と導光板104を介して部分的に反射層107を設けても良い。反射層107は、発光素子から放出される発光に対して95%以上の反射率を有するものが好ましく、より好ましくは98%以上のものである。

【0049】反射層107は、発光素子が設けられた表面近傍が強く光る蛍現象を防止することができる。しかし、面状発光装置の発光面側に設けられるものであることから大きくさせすぎると発光面積率が低下する。したがって、発光素子、導光板及び発光出力などによって種々異なるが好ましくは導光板端部から15mm以下が好ましい。

【0050】上記反射率を満たす反射層107の材料としてポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリプロピレン樹脂、ABS等の樹脂中に反射材としてチタン酸バリウム、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、磷酸カルシウム等を含有させて形成させたフィルム状部材が好適に挙げられる。また、Al、Ag、Cu等の金属膜を導光板上にメッキ、スパッタリングにより形成させても良い。また、反射層の表面は更なる発光均一性向上のために凹凸を設けて発光素子からの光を散乱させる構成としても良く、反射性と散乱性向上のために多層構成とすることも可能である。具体的には散乱性向上のためのガラス不織布上に金属コートしたものなどが挙げられる。これら反射層はシリコン樹脂やエポキシ樹脂等によって導光板に装着させることもできる。

【0051】なお本願発明において、発光素子と導光板とが光学的に接続されているとは、導光板の端部から発光素子が発光する光を導入することをいう。具体的には発光素子を導光板に埋設することはもちろんのこと、発光素子を光透過性樹脂などにより接着したり、光ファイバー等を用いて導光板の端面に発光素子の発光を導くことである。

【0052】(液晶装置) 本願発明に用いられる液晶装置とは、発光装置からの光をバックライト光源として利用できるものであれば良く、薄膜トランジスタ型(TFT)、スーパーツイステッドネマチック型(STN)や強誘電性液晶(FLC)、高分子分散型(PDLC)の液晶装置など種々のものが好適に挙げられる。基本的には種々の液晶分子211を透明電極が形成された透光性のガラス基板やフィルム等の間に封入させ電気的に接続されたものが用いられる。液晶を偏光板212で挟持することにより液晶の駆動により導光板204からの光の遮光/非遮光を制御することができる。なお、面状発光装置と液晶装置とを組み合わせてディスプレイ表示装置を構成させることができる。



【0053】(カラーフィルター213)カラーフィルターとしては、RGBの発光色をフィルターを通してそれぞれ表示するものである。カラーフィルターを液晶装置上に設け発光装置からの光の遮光/非遮光を制御することによってフルカラー表示装置とすることができる。具体的には1画素をRGBに応じて顔料及び/染料を塗布などすることによって形成することができる。

【0054】(表示装置)本願発明の表示装置の1構成例を図2に示す。フォトルミネセンス蛍光物質として有機蛍光染料と無機蛍光体とを含有させた色変換部材を介して発光素子と導光板とを光学的に接続させてある。具体的には、発光層が窒化ガリウム系化合物であるLEDチップを用いた発光ダイオード210を用いる。フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂と混合攪拌し導光板204端部に塗布してある。発光ダイオード210と、色変換部材201が形成されたアクリル性導光板204の端面にエポキシ樹脂などで固定させる。導光板の一方の主面には、LEDチップ近傍が強発光することによる蛍現象防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射層207を配置させてある。同様に、導光板の裏面側全面や発光ダイオードが配置されていない端面上に反射部材205を設け発光光率を向上させてある。導光板の主面に透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶装置を介して配された偏光板212により構成させる。液晶装置上には一画素につきRGBを塗布したカラーフィルターを配置させてある。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

#### 【0055】

##### 【実施例】

(実施例1)アクリル板を10×20cmの長方形に切断し、アクリル板の切断端面を全て研磨した後、発光素子が光学的に接続される端面及び発光観測部を除いて側面及び裏面反射材を形成した。導光板を得た。白色反射材は、チタン酸バリウムをアクリル系バインダー中に分散したものを厚さ2mmのアクリル板の片面にスクリーン印刷、及び硬化させることによって形成させてある。

【0056】一方、面状発光装置に用いられる半導体発光素子の各LEDチップは、青色系を発光する半導体発光層として、主発光ピークが430nmの $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイア基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして $\text{SiH}_4$ と、 $\text{Cp}_2\text{Mg}$ と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。半導体発光素子としては、N型導

電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層、N型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するクラッド層と、P型導電性を有するクラッド層の間にZnドーパInGa<sub>0.95</sub>Nの活性層を形成した。(なお、サファイア基板上には低温で窒化ガリウムを形成させバッファ層とさせてある。また、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。)形成された半導体ウェハーをエッチングによりPN各コンタクト層表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウェハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子として350μm角のLEDチップを形成させた。LEDチップを支持体上にエポキシ樹脂を用いて固定させた後、ワイヤーボンディングによって電気的接続を行った。支持体は、導光板の端面の大きさに合わせて直方体に形成され発光素子がそれぞれ配置できるよう20箇所窪みが設けられたアルミニウム板を用いてある。アルミニウム板上には、絶縁層としてエポキシ樹脂層と、その上に200μm厚の銅配線用薄膜がそれぞれ形成されてある。銅配線を所望のマスクを形成させた後、エッチングし所望の配線パターンを形成させてある。導光板と支持体とを透光性樹脂を用いて光学的に接続させた後、発光素子が設けられた導光板端面上に発光面を一部覆う形で、ポリカーボネート樹脂100g中にチタン酸バリウム60g含有させた反射層を配置した。

【0057】他方、フォトルミネセンス有機蛍光体は、フッ化水素中フェナントレンとアクロレインからベリレン系誘導体を合成させることができる。また、フォトルミネセンス無機蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を酢酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して $(\text{Y}_{0.2}\text{Gd}_{0.8})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ を形成させた。

【0058】色変換部材は、凹凸処理を施した0.1mmのエポキシ樹脂シート表面に、緑色系有機蛍光体としてベリレン誘導体20重量%と、赤色系無機蛍光体として $(\text{Y}_{0.2}\text{Gd}_{0.8})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光体80重量%と、を有機溶媒を添加させたエポキシ樹脂に混合させスラリーを形成させた。スラリーは、25回転/分の攪拌器で2分間攪拌させてある。ローラーコートを用いてこのスラリーをエポキシ樹脂シート表面に塗布及び150℃で硬化させ色変換部材を形成させた。この様にして形

成された発光装置を十分充電させた電池電源で発光させたところ完全に面状均一な白色発光が得られた。輝度は約 $810\text{cd/m}^2$ であった。

【0059】こうして得られた白色系発光装置は、色度点( $x=0.309$ 、 $y=0.310$ )、 $R_a$ (演色性指数)=87.6を示した。また、発光スペクトルは図3の如きRGB成分を有する白色光であった。また、分散性を図るために形成されたスラリを粒度ゲージを用いて調べた結果、目視で確認できるほどの固まりはなかった。

【0060】さらに、面状発光装置の導光板上には、色変換部材及びその上に偏光板によって挟まれたTFT-TN液晶装置とカラーフィルターが配置するよう構成させた。フルカラー液晶装置のバックライトとして十分な明るさが得られ駆動できることが確認できた。

【0061】(比較例1)色変換部材中に含有させるフォトルミネセンス蛍光物質を黄色蛍光染料であるベリレン誘導体と誘導体を変化させ橙色蛍光染料としたベリレン誘導体とをほぼ同量で混合した以外は実施例1と同様にして形成させた。形成された面状発光装置は、分散性自体は良かったものの時間と共に輝度が低下し色調がずれた。これを分析すると赤色系の蛍光染料が劣化したものであった。

【0062】(比較例2)緑色系蛍光体としてベリレン誘導体から(ZnCd)S:Cu、Alとし25回転/分の攪拌器で6分間混合攪拌させた以外は、実施例1と同様にして面状発光装置を形成させた。分散性を図るために形成されたスラリを粒度ゲージを用いて調べた結果、部分的な固まりがあった。形成された面状発光装置は通電直後、一面にまだら模様の色むらが生じていた。

【0063】(実施例2)アクリル樹脂を用いたモールド部材中に含有させるフォトルミネセンス無機蛍光体としてCdS蛍光体及びフォトルミネセンス有機蛍光染料としてローダミンBを用いた以外は実施例1と同様にして色変換部材を形成させた。色変換部材を発光素子と導光板との間に配置させた以外は実施例1と同様にさせてある。実施例1と同様、均一な白色系の面状発光装置を得ることができた。

【0064】

【発明の効果】本願発明の構成とすることにより高出力の窒化物系化合物半導体の発光素子と、有機蛍光染料及び無機蛍光体と、を利用した発光装置とすることにより発光効率が高く色むら、色ずれ、輝度むらのない発光装置とすることができる。特に、面状発光装置を構成させた場合においても高輝度大面積において発光効率が高く色むら、色ずれ、輝度むらのない面状発光装置とすることができる。さらに、RGBの発光成分を有することができるためカラーフィルターを用いた各種表示装置においてもフルカラー表示とさせることもできる。

【0065】本願発明の請求項1に記載の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少ない白色系が発光可能な発光装置とすることができる。

【0066】本願発明の請求項2の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においても色ずれ、輝度むらがなく、より均一な大面積面状発光が可能な面状発光装置とさせることができる。また、色変換部材が表示面上にない場合は、表示面が色変換部材によって着色されない。

【0067】本願発明の請求項3の構成とすることにより、より分散性が良く高効率に発光可能な発光装置とさせることができる。

【0068】本願発明の請求項4に記載の構成とすることにより、より高輝度にさせても色ずれが、色むらや輝度むらの少ない発光装置とさせることができる。

【0069】本願発明の請求項5に記載の構成とすることにより、より高輝度に発光可能な発光装置とさせることができる。

【0070】本願発明の請求項6に記載の構成とすることにより、より高輝度にさせても色ずれの少ない発光装置とさせることができる。

【0071】本願発明の請求項7に記載の構成とさせることによって、より高効率に白色系が発光可能な発光装置とさせることができる。

【0072】本願発明の請求項8に記載の構成とさせることにより、大画面、高輝度に種々の情報を表示できる表示装置とさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願発明の発光装置の一例を示した模式図である。

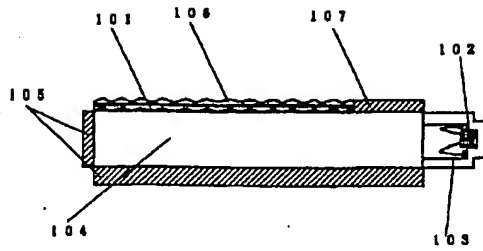
【図2】 本願発明の面状発光装置を利用した表示装置の模式的断面図である。

【図3】 本願発明の発光装置の発光スペクトルを示した一例を示した図である。

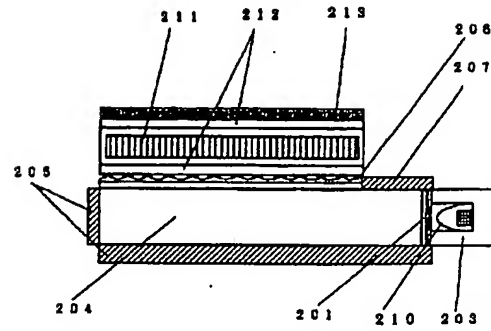
【符号の説明】

101、201・・・色変換部材  
102・・・LEDチップ  
103・・・金属製支持体  
104、204・・・導光板  
105、205・・・反射部材  
106、206・・・拡散膜  
107、207・・・反射層  
203・・・支持体  
210・・・発光ダイオード  
211・・・液晶  
212・・・偏光板  
213・・・カラーフィルター

【図1】



【図2】



【図3】

